

DERWENT-ACC-NO: 1990-100785

DERWENT-WEEK: 199014

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Anti-collision system for autonomous  
transport vehicle -  
uses light curtain illuminating  
vehicle path and camera  
scanning illuminated area

INVENTOR: KUGLER, H P; SINN, F ; STEIMLE, C

PATENT-ASSIGNEE: FRAUNHOFER GES FOERDERUNG  
ANGEWANDTEN[FRAU] , FRAUNHOFER-GES  
FORD ANGE[FRAU]

PRIORITY-DATA: 1988DE-3833022 (September 29, 1988)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	
LANGUAGE		MAIN-IPC	
EP 361188 A		April 4, 1990	G
010	N/A		
DE 3833022 A		April 5, 1990	N/A
000	N/A		
DE 3833022 C		January 23, 1992	N/A
000	N/A		
DE 58908038 G		August 18, 1994	N/A
000	G01S 017/88		
EP 361188 B1		July 13, 1994	G
012	G01S 017/88		

DESIGNATED-STATES: CH DE FR GB LI CH DE FR GB LI

CITED-DOCUMENTS: 1.Jnl.Ref; A3...199039 ; EP 170038 ; GB  
2151872 ; JP 60011186  
; No-SR.Pub ; US 3781111 ; US 4119379 ; US 4184748 ; GB  
170038

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EP 361188A	N/A	
1989EP-0116759	September 9, 1989	
DE 3833022A	N/A	
1988DE-3833022	September 29, 1988	
DE 58908038G	N/A	
1989DE-0508038	September 9, 1989	
DE 58908038G	N/A	
1989EP-0116759	September 9, 1989	
DE 58908038G	Based on	EP 361188
N/A		
EP 361188B1	N/A	
1989EP-0116759	September 9, 1989	

INT-CL (IPC): B60K028/00, G01S007/48 , G01S017/88 ,  
G08G001/16

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3833022C

#### BASIC-ABSTRACT:

The anti-collision system uses a light curtain (4) directed downwards at an angle in front of the vehicle with the illuminated area of ground scanned via a camera (8) mounted on the vehicle (1). The camera (8) is coupled to an evaluation circuit for detecting an obstacle in the vehicle path, to provide a control signal for cut-out of the vehicle drive.

Pref. the light curtain (4) is provided by a cylindrical lens with a laser on each side of its diagonal plane. This is positioned symmetrically at an acute angle to the symmetry axis of the lens.

ADVANTAGE - Allows emergency stopping of vehicle when obstacle is detected.

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 361188A

#### EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The method is for automatic vehicles, without drivers. The carriageway of the vehicle is illuminated in front of it and the reflected light is detected in

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

order to produce control ' commands. The carriageway or road and any obstacle are surveyed by a light curtain, incident on the ground in front of the vehicle and stretching across the road at right angles to the direction of the vehicle. A sudden change in the amount of the light reflected can be detected and evaluated. USE/ADVANTAGE - The advantage is the reliability with which an obstacle can be recognised even at great distance and irrespective of the material and shape, and the vehicle stopped. It is suitable for stores and warehouses.

EP 361188B

Method for protecting a vehicle against collisions, in which the route in front of the vehicle is illuminated by a laser light source and the reflected light is detected for producing control instructions, characterised in that onto the ground, in front of the vehicle, is directed a light curtain (4) impacting in an impact line (7) extending with an extension component transversely to the direction of travel and that the impact area is observed by means of a camera (8).

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5 Dwg.1/5 Dwg.1/5

DERWENT-CLASS: Q13 W06 X25

EPI-CODES: W06-A06A; X25-F05A;

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 38 33 022 C 2

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 S 17/88**  
B 60 K 28/00  
G 08 G 1/16

②1 Aktenzeichen: P 38 33 022.9-35  
②2 Anmeldetag: 29. 9. 88  
④3 Offenlegungstag: 5. 4. 90  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 1. 92

DE 3833022 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:

Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:

Kugler, Hans-Peter, 7519 Zaisenhausen, DE; Sinn,  
Frank, 7507 Pfinztal, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 23 536 C2  
DE 37 01 340 A1  
DE 34 47 015 A1

⑤4 Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen und kollisionsgeschütztes Fahrzeug

DE 3833022 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen, wobei der Fahrweg des Fahrzeugs von diesem beleuchtet wird und das reflektierte Licht zur Erzeugung von Steuerbefehlen detektiert wird, sowie ein kollisionsgeschütztes, insbesondere fahrerloses Fahrzeug mit einer Kollisionsschutzeinrichtung mit einer Lichtquelle, dessen Licht zumindestens nach Austritt aus dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichtet ist, mit einem Empfänger für vom Boden reflektiertes Licht und einer diesem nachgeordneten Auswerteeinheit.

Der klassische Kollisionsschutz für automatisierte Transportfahrzeuge ist ein Auffahrbügel. Berührt dieser ein Hindernis, so wird ein Endschalter betätigt und das Fahrzeug durch einen Notstop zum Stillstand gebracht. Eine Weiterbildung dieses "Notstop-Prinzips" sieht eine Lichtleiter aus einem Glasfaserkern mit hohem Brechungsindex sowie einem Mantel mit geringerem Brechungsindex vor. Um den Leiter kann eine Kunststoffspirale gewickelt sein. Wird ein Druck auf diese ausgeübt, so bewirkt dies eine schlangenförmige Krümmung des Leiters, so daß schon bei geringer Verformung der größte Teil des in den Lichtwellenleiter eingespeisten Lichts verlorengeht, da der Grenzwinkel der Totalreflexion unterschritten wird, so daß Licht den Leiter verlassen kann. Erhält derart eine an einem Ende des Lichtleiters angebrachte Auswerteelektronik weniger Licht, so wird hierdurch der Antrieb des Fahrzeugs abgeschaltet. Es wurde weiterhin ein Kollisionsschutz mit zwei durch eine gelochte elastische Isolierschicht getrennten leitfähigen Folien in einer Ummantelung vorgeschlagen. Bei Druckeinwirkung berühren sich die beiden Folien, so daß von der einen zur anderen Folie ein Arbeitsstrom fließen kann, was durch eine Auswerteelektronik zum Stillsetzen des Fahrzeugs ausgewertet wird.

Alle diese Vorrichtungen werden erst bei Auftreffen des Fahrzeugs auf ein Hindernis wirksam und erfordern ein sofortiges Stillsetzen des Fahrzeugs mittels eines "Notstops". Empfindliche Hindernisse können beschädigt werden. Auch kann bei einem "Notstop" empfindliche Ladung auf dem Fahrzeug verrutschen oder ebenfalls beschädigt werden.

Die DE 34 23 536 C2, von der die Erfindung ausgeht, zeigt eine lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung an einem entlang einer Fahrbahn fahrenden Fahrzeug mit einem Lichtsender, einem Lichtempfänger sowie einer an diesem angeschlossenen elektronischen Auswerteschaltung, die beim Eintritt eines Hindernisses in die Schutzzone ein das Fahrzeug stillsetzendes Steuersignal abgibt. Lichtsender und Lichtempfänger sind mit Abstand auf einer gemeinsamen Achse einander gegenüberliegend ausgebildet. Zwischen beiden ist ein Motor angeordnet, dessen Drehachse mit der durch Lichtsender und Lichtempfänger gebildeten Drehachse übereinstimmt. Beidseitig des Motors sind jeweils dem Sender bzw. Empfänger zugerichtet Umlenkspiegel drehbar mit dem Motor verbunden. Das vom Lichtsender ausgehende Licht fällt auf den ersten Drehspiegel, wird von diesem auf den Boden reflektiert. Das dort auftreffende Licht wird nach diffuser Reflexion von dem zweiten Drehspiegel auf den Lichtempfänger, der eine Diode oder dergleichen ist, reflektiert und von dieser empfangen. Es wird Licht punktuell oder in einer ellipsenähnlichen Fläche, deren Erstreckungsrichtung aufgrund der Geometrie der Drehspiegel in Richtung zum Fahrzeug größer ist als in der Richtung quer zum Fahrzeug, auf

den Boden vor das Fahrzeug gerichtet. Dieser Lichtpunkt wird durch die sich drehenden Spiegel über den Boden bewegt. Bei dieser Vorrichtung ist nachteilig, daß ein Lichtpunkt zeitlich nacheinander nur verschiedene Stellen vor dem Fahrzeug beleuchten kann, so daß diese Stellen auch nur zeitlich nacheinander detektiert werden können. Da der Lichtpunkt immer nur an einer engen Stelle vor dem Fahrzeug sein kann, gibt es Bereiche, die zeitweise nicht beobachtet werden, so daß hier plötzliche Hindernisse auftreten können, die möglicherweise zu spät erkannt werden. Darüber hinaus ist die zeitliche Ablenkung des auf den Boden auftreffenden Lichtpunktes aufwendig. Die Lagerung der Drehspiegel und des sie antreibenden Motors ist problematisch. Erschütterungen und Vibrationen, die zu Unsicherheiten und Ungenauigkeiten der Detektion führen, sind nicht auszuschließen. In gleicher Weise ist der Lichtempfänger mit einem punktuellen Detektor, wie mit einer Fotodiode, wie sie bei der Entgegnhaltung vorgesehen ist, problematisch. Die erfaßte Menge des rückgestreuten Lichts ist proportional zur Fläche des Empfangsspiegels. Um eine Anordnung mit hinreichender Empfindlichkeit zu erreichen, müßten ganz beträchtliche Spiegelvolumina und -massen bewegt werden.

Die DE 37 01 340 A1 zeigt eine Vorrichtung zum Erkennen von Hindernissen für Kraftfahrzeuge, bei der eine Vielzahl von einzelnen Sendern begrenzte Strahlen aussenden und ebenfalls eine Vielzahl von Detektoren durch eine Sichtfeldbegrenzung nur einen zugeordneten Ausschnitt aus dem Strahlenbündel, aus dem Licht zurückgestreut wird, beobachtet. Die Untersuchungsgebiete, also Auftreffbereiche der einzelnen Lichtstrahlen, sollen sich nicht überlappen, aber ohne Dunkelbereich aneinander anschließen. Hier mag zwar eine lückenlose Beobachtung möglich sein, diese wird aber einerseits durch einen erheblichen Aufwand und andererseits durch eine Lichtverschwendung erreicht, da eine flächige Untersuchungsbereichsanordnung geschaffen wird.

Aus der DE 34 47 015 A1 ist eine Vorrichtung zur Erfassung des Zustands einer Straßenoberfläche bekannt. Es wird ein Lichtpunkt schräg auf die Oberfläche der Straße gerichtet und reflektiertes Licht detektiert. Alternativ ist vorgesehen, daß der Lichtstrahl in Fahrtrichtung wiederholt abgelenkt wird. Die Vorrichtung ist nicht als Kollisionsschutz geeignet, da nur ein Punkt überwacht wird.

Es wurde weiterhin schon vorgeschlagen, mit einem Ultraschallsender und -empfänger zu arbeiten. Dieses Meßverfahren ist aber fehleranfällig und von der Art und insbesondere dem Werkstoff des Hindernisses abhängig.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches auf größere Entfernung hin zuverlässig ein Hindernis, unabhängig von dessen Art und Werkstoff, zu erkennen und das Fahrzeug rechtzeitig und stetig stillzusetzen gestattet.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch ein Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß der Fahrweg durch einen auf den Boden vor dem Fahrzeug in einer sich im wesentlichen quer zur Fahrtrichtung erstreckenden Auftrefflinie auftreffenden Lichtvorhang detektiert wird. Ein erfindungsgemäßes kollisionsgeschütztes Fahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle ein Laser ist, daß eine vollzylindrische Linse exzentrisch zu dem Laserstrahl bzw. den Laserstrahlen im Laserlicht angeordnet ist, die das Licht



derart auf den Boden wirft, daß es auf diesem in einer Auftrefflinie auftrifft und daß der Empfänger eine den Auftrefflinienbereich des Laserlichts auf dem Boden überwachende Kamera ist.

Die Erfindung sieht die Erzeugung eines schräg auf den Boden vor dem Fahrzeug gerichteten Lichtvorhangs vor, der auf dem Boden im wesentlichen in einer quer zur Fahrtrichtung verlaufenden Linie auftritt. Die Linie kann teilbogenförmig geführt sein, um so unabhängig vom Beobachtungswinkel relativ zur Fahrtrichtung den gleichen Abstand der Auftrefflinie zum Fahrzeug zu erreichen. Die Auftrefflinie wird durch eine Videokamera beobachtet. Befindet sich im Beobachtungsbereich ein dunkler Gegenstand, so wird die Linie an seiner Stelle unterbrochen. Befindet sich ein heller, lichtreflektierender Gegenstand im Fahrweg, so ergibt sich ein Versatz des von diesem reflektierten Bereichs des Lichtvorhangs gegenüber der Auftrefflinie des Lichtvorhangs auf dem Boden. Beide Fälle werden mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens festgestellt und können zu einer Steuerung, insbesondere einer Stillsetzung des Fahrzeugs genutzt werden.

Die Eigensicherheit des erfindungsgemäßen Vorgehens ist dadurch gewährleistet, daß bei Ausfall der Lichtquelle ebenso wie der Kamera die Auswertelektronik kein (ungestörtes) Signal erhält; in diesem Fall kann der Antrieb des Fahrzeugs angehalten werden. Aufgrund einer Dejustierung von Senderoptik oder Empfänger erfolgt eine Verschiebung des von der Kamera aufgenommenen Auftreffbereichs des Lichts gegenüber einem vorgegebenen Bereich, was ebenfalls dazu genutzt werden kann, den Antrieb des Fahrzeugs nicht in Betrieb zu setzen bzw. stillzusetzen.

Wird in bevorzugter Ausgestaltung eine Laserdiode verwendet, die insbesondere im Hinblick auf sicherheitstechnische Anforderungen eine gewünschte geringe Leistung enthält, so kann weiterhin in bevorzugter Ausgestaltung vorgesehen sein, daß eine zwischen Laserdiode und vollzylindrischer Linse angeordnete Fokussierlinse eine Zylindersammellinse ist. Eine bogenförmige Ausgestaltung der Auftrefflinie des Lichtvorhangs auf dem Boden kann dadurch erreicht werden, daß die vollzylindrische Linse unter einem Winkel von ungleich 90 Grad zum auf sie auftreffenden Laserstrahl ausgerichtet wird.

Wenn von einer vollzylindrischen Linse gesprochen wird, so ist damit nicht gemeint, daß diese vollständig massiv ausgebildet ist, sondern daß die Linse im Gegensatz zu herkömmlichen Zylindersammellinsen einen vollen Zylinder bildet. Sie kann in bevorzugter Ausgestaltung derart ausgebildet sein, daß die vollzylindrische Linse ein Hohlrohr wie ein zylindrisches Glasröhrchen ist. Bevorzugte Ausgestaltungen sehen vor, daß jeweils ein Laser auf jeder Seite einer Diagonalebene der vollzylindrischen Linse angeordnet ist, daß die Laser symmetrisch zur Diagonalebene der Linse angeordnet sind und daß die Laser unter dem gleichen Winkel zur Symmetrieachse der Linse ausgerichtet sind.

Um den fremdlichen Einfluß vollständig auszuschalten, kann gegebenenfalls in bevorzugter Ausgestaltung vorgesehen sein, daß der Laser getaktet ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen. In der nachfolgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäß ausgerüsteten Fahrzeugs;

Fig. 2 eine Seitenansicht der Anordnung und Ausrichtung der erfindungswesentlichen Beleuchtungs- und Aufnahmeteile;

Fig. 3 eine Aufsicht entsprechend dem Pfeil III der Fig. 2;

Fig. 4a bis 4d Bildschirm- und Oszilloskopdarstellungen des von der Kamera gemäß Fig. 2 aufgenommenen Bildes ohne und mit Stirnobjekten; und

Fig. 5 ein Schaltbild der Auswerteeinheit.

Fig. 1 zeigt schematisch ein fahrerloses Fahrzeug, wie es in Lagern, Lagerhallen oder dergleichen eingesetzt wird. Es handelt sich dabei beispielsweise um ein Förderfahrzeug, das in einem Lager entlang der dort gegebenen Lagerstraßen zwischen Be- und Entladeplätzen verfährt und Lagergut 2 von und zu Lagerplätzen transportiert. Gegebenenfalls kann dabei das Fahrzeug 1 in bekannter Weise zweiteilig, nämlich als Hauptförderfahrzeug mit abtrennbarem Satellitenfahrzeug ausgebildet sein.

Das Fahrzeug 1 weist an seiner Vorderseite 3 eine Beleuchtungseinheit auf, die einen Lichtvorhang 4 erzeugt, der aus einem Lichtaustritt 5, wie einem Schlitz an der Vorderseite des Fahrzeugs austritt und schräg auf den Boden 6, auf dem das Fahrzeug fährt, gerichtet ist und auf diesen in einer Linie 7 auftrifft.

Der Lichtvorhang 4 muß nicht, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel, eine Schrägebene sein, die in einer geraden Auftrefflinie 7 auf den Boden 6 auftrifft. Der Lichtvorhang kann auch kegelteiförmig gekrümmt sein und entsprechend in einer, vom Fahrzeug aus betrachtet, konkaven Linie auf dem Boden auftreffen.

Der Bereich der Auftrefflinie 7 des Lichtvorhangs 4 auf dem Boden 6 wird durch eine ebenfalls in der Vorderseite 3 des Fahrzeugs angeordnete Kamera 8 überwacht, die ebenfalls schräg auf den Boden gerichtet ist und einen Überwachungsbereich 9 beobachtet, der die Auftrefflinie 7 des Lichtvorhangs 4 einschließt. Vor der Kamera 8 kann vorzugsweise ein Filter, wie ein Interferenzfilter, angeordnet sein, welcher nur Licht der Wellenlänge des Lichtsenders durchläßt, um so störendes Umgebungslicht weitgehend auszufiltern und das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern.

Die Beleuchtungseinheit 11 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Laser 12, vorzugsweise eine Halbleiter-Laserdiode auf, der bzw. die unter einem spitzen Winkel schräg zur Bodenfläche 6, auf der das Fahrzeug 1 verfährt, gerichtet ist (Fig. 2). Vor dem Laser 12 ist ein transparentes Röhrchen 13, insbesondere Glasröhrchen angeordnet, dessen Achse 14 senkrecht zur Achse des Laserstrahls 15 steht und in einer Ebene senkrecht zur Bodenfläche 6 liegt. Hierdurch wird der ebene Lichtvorhang 4 und die gerade Auftrefflinie 7 gebildet. Durch eine vom rechten Winkel abweichende Anstellung des Röhrchen 13 gegenüber der Laserstrahlrichtung 15 kann ein teilkegelförmiger Lichtvorhang und damit eine bogenförmige Auftrefflinie erzeugt werden.

Zwischen Laser 12 und Röhrchen 13 ist eine Fokussierlinse in Form einer Zylindersammellinse 16 angeordnet, die den Laserstrahl auf die Oberfläche des Röhrchen fokussiert. Die größte Breitenstreckung des aus der Laserdiode austretenden kollimierten Laserstrahls liegt dabei gegebenenfalls parallel zum Boden 6. Die Achse der Zylindersammellinse 16 steht senkrecht zu dieser größten Breitenstreckung, verläuft also in Richtung der geringeren Höhe des aus der Diode austretenden Strahls 15 (Fig. 2 und 3).

Schließt man an den Ausgang der Kamera einen Mo-

nitor bzw. an eine am Ausgangssignal der Kamera 8 ein X- und ein Y-Signal ableitende Verarbeitungseinheit ein Oszilloskop an, so ergeben sich die in den Fig. 4a bis 4d dargestellten Darstellungen. Hierbei ist zu beachten, daß die Kamera gegenüber ihrer üblichen Halteposition um ihre optische Achse um 90 Grad verschwenkt angeordnet ist, wodurch die horizontale Auftrefflinie 7 auf dem Boden 6 als vertikale Linie 22 auf dem Bildschirm 21 dargestellt wird (Fig. 4a). Liegt die Linie 7 genau senkrecht zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs (und damit die Linie 22 senkrecht auf dem Monitor 21), so stellt das rechts in Fig. 4a oben dargestellte X-Signal der Auswerteeinheit eine konstante Spannung dar. Ein Bildschirmbild ist dabei in der rechten Darstellung der Fig. 4 der Bereich zwischen zwei Spitzen des Vertikalsynchronsignals, das separat auf der dritten Linie jeder Teilfigur 4a bis 4d aufgetragen ist. Das Y-Signal (zweite Linie in den Teilfiguren rechts) stellt bei der gewählten Auswertung (die weiter unten erläutert wird) eine Sägezahnspannung zwischen den Peaks des Vertikalsynchronsignals dar.

Verläuft die Linie 7 schräg zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs (Fig. 4b) so stellt auch das X-Signal eine Sägezahnlinie dar.

Befindet sich vor dem Fahrzeug ein dunkler Gegenstand, der verhindert, daß die Linie 7 auf dem Boden 6 vollständig von der Kamera 8 gesehen wird, die Linie 22 auf dem Bildschirm also eine Unterbrechung aufweist (Fig. 4c), so geht der (invertierte) Ausgang der Spannung in den Bereichen (Zeilen des Bildschirms), in denen kein Lichtfleck vorhanden ist, auf den maximalen Spannungspegel (mit 23 bezeichnet). Im Y-Signal wird in diesem Bereich der Wert gehalten, der der Position des letzten, noch erkannten Lichtflecks entspricht: Der Sägezahnanstieg des Y-Signals wird also durch ein Plateau 24 unterbrochen.

Befindet sich im Beobachtungsbereich 9 der Kamera 8 vor der Auftrefflinie des Lichtvorhangs 4 auf dem Boden 6 ein helles, reflektierendes Objekt, so sieht die Kamera einen zur Linie 7 (und deren Bildschirmabbildung 22) in X-Richtung versetzten Teilstrich 26 (Fig. 4d, links), ist im X-Signal ein Einbruch zu erkennen (Fig. 4d, rechts).

Von Vorteil ist der Einsatz eines zweidimensionalen Detektorelements, vorzugsweise wird eine CCD-Kamera eingesetzt. Die durch Lichteinfall erzeugten Ladungen in den einzelnen Zellen einer solchen Kamera werden zeilenweise ausgegeben. Die Taktung erfolgt mittels Horizontal- und Vertikalsynchronsignalen. Die Vertikalsynchronsignale kennzeichnen den Beginn und das Ende eines Bildes, während die Horizontalsynchronsignale Anfang und Ende einer Zeile des Bildsensors kennzeichnen.

Letzteres wird zur Synchronisation eines Spaltenzählers SZ (Fig. 5) benutzt, der wesentlich schneller als die Horizontalfrequenz getaktet wird. Der Beginn eines neuen Bildes wird durch das Vertikalsynchronsignal festgelegt und ein Zeilenzähler ZZ gestartet, der durch das Horizontalsynchronsignal inkrementiert wird, das heißt bei jeder neuen Zeile wird der Zeilenzähler um eine Stufe erhöht.

Die Zähler SZ und ZZ zählen so lange, bis ein Lichtfleck erkannt wird. Das Auftauchen des Lichtflecks bewirkt eine Übernahme des aktuellen Standes in die Register, die den Zählern angeschlossen sind. Der Spaltenzähler SZ gibt dann an, in welcher Spalte der Lichtfleck auftritt, der Inhalt des Zeilenzählers ZZ gibt Aufschluß darüber, in welcher Zeile der Lichtfleck sich befindet.

Eine Digital-Analogwandlung der Registerstände hatte als Ergebnis zwei Analogspannungen als X-Signal und Y-Signal mit dem oben unter Bezug auf die Oszilloskopdarstellung gegebenen Verlauf (bei senkrechter ununterbrochener Linie bleibt der X-Wert konstant, der Registerinhalt des Zeilenzählers ZZ wird von Zeile zu Zeile größer, wodurch sich die Sägezahnspannung ergibt).

Im Falle einer geraden Lichtspur quer zur Fahrtrichtung genügt im Prinzip ein einzeiliges Detektorelement. Die Lichtspur wird über eine Linse oder ein Linsensystem (Objektiv) auf das Detektorelement abgebildet. Ein Kriterium für das Vorhandensein eines Hindernisses ist das Fehlen der Signale einzelner Elemente innerhalb der Detektorzeile. Dies kann besonders einfach über einen Amplitudendiskriminator beim Auslesen der Zeile erkannt und zur Anzeige bzw. zur Betätigung eines Alarms gebracht werden.

Hierbei ist die Abbildung der Lichtspur auf die Detektorzeile etwas größer als die Dicke der Zeilenelemente, was gegebenenfalls durch die optische Anordnung ohne weiteres erreicht werden kann.

Zur korrekten Grundeinstellung der beobachteten Auftrefflinie 7 gehört eine bestimmte Spaltennummer, gegebenenfalls mit einem Toleranzbereich, in der sich der Lichtfleck befinden muß. Wird diese Spaltennummer in einem rückwärts zählenden Spaltenzähler SZ mit "0" belegt, so wird bei Auftreten eines Lichtflecks vor der Normspalte "0" der Zähler gestoppt und der Registerinhalt ausgelesen. Der im Register befindliche Wert entspricht dem X-Abstand, um den der aufgefundene Strahl verschoben ist. Über die Digital-Analogwandlung entsteht das fragliche analoge X-Signal des Ausgangs und dieses weist gegenüber der ungestörten Darstellung entsprechende sprunghafte Änderungen in Form von Einbrüchen 27 auf.

Eine Möglichkeit der Überwachung der Strahlposition in einem vorgegebenen Toleranzbereich kann im Falle einer geraden Lichtspur mit Hilfe einer Verzögerungsschaltung, insbesondere eines Monoflops 31 erfolgen. Es bleibt so lange in seinem instabilen Zustand wie der zeitliche Abstand zwischen Lichtpunkt und zwei aufeinanderfolgender Zeilen unterhalb der eingestellten Verzögerungszeit bleibt, d. h. so lange entlang der Linie 22 (Fig. 4) das Lichtsignal auftritt. Verzögert sich das Auftreten des Lichtflecks, so kehrt die Schaltung in ihren stabilen Zustand zurück. Dieser Zustandswechsel zeigt damit an, daß sich der Lichtstrahl außerhalb seiner vorgegebenen Toleranzgrenzen bewegt oder unterbrochen wird.

Das Abfallen des Monoflops stoppt den Zeilenzähler ZZ, der durch das Horizontalsignal inkrementiert wird. Der Registerinhalt entspricht der Nummer der Zeile, in der der Strahl versetzt oder unterbrochen ist. Der Ausgang wird über einen Digital-Analogwandler 33 (Fig. 5) in das analoge Y-Signal des Hindernisses umgewandelt.

Durch logische Verknüpfung mittels UND-Gliedern 36 bis 38 der Ausgänge des Monoflops 31 und des Spaltenzählers SZ kann die Art der Störung charakterisiert werden. Liegt im Register des Spaltenzählers SZ ein von "0" verschiedenes Signal — Verschiebung gegenüber der Linie 7, 22 — an, ist aber gleichzeitig das Monoflop mit seinem genannten Ausgang auf Hoch-Pegel, also in seinem instabilen Zustand, so bedeutet dies, daß die Linie 7, 22 zwar durchgehend vorhanden ist (Zustand des Monoflops), sich aber nicht in der vorgegebenen Soll-Position befindet (Inhalt des Spaltenzählers SZ). Die UND-Verknüpfung dieser beiden Bedingungen führt zur Anzeige eines Signals "Grundeinstellung nicht kor-

rekt" über eine Signalleitung 41, mittels deren beispielsweise das Fahrzeug stillgestellt werden kann. Hierdurch ist die Eigensicherheit des erfindungsgemäßen Überwachungsverfahrens gegeben.

Das Anstehen eines von "0" verschiedenen X-Signals im Spaltenzähler, selbst bei gleichzeitigem Niedrig-Pegel des Monoflops, signalisiert einen Versatz im Strahlverlauf (Bild 4d), wenn die Bedingungen gemeinsam erfüllt sind. Dies wird über das UND-Gatter 37 festgestellt und über eine Signalleitung 42 ein entsprechendes Signal ausgegeben.

Ist der Strahl nicht nur versetzt, sondern vollständig unterbrochen, so wird der Spaltenzähler SZ in den entsprechenden Zeilen nicht gestoppt; es steht also auch kein dem X-Signal entsprechender Registerinhalt an. Die UND-Verknüpfung des negierten X-Signals mit dem Niedrig-Pegel-Ausgang des Monoflops im UND-Gatter 37 ergibt ein Ausgangssignal "Strahlunterbrechung über die Signalleitung 43".

Mit der Schaltung können im Falle einer geraden Lichtspur alle auftretenden Störungsarten analysiert werden; über die Verknüpfung der Zählerinhalte und den Zustand des Monoflops — und die Position des Hindernisses über die gegebenenfalls analog gewandelten Zählerinhalte — festgestellt werden.

Im Falle einer gekrümmten Lichtspur wird der Bildinhalt des Sollverlaufs (= kein Hindernis) mit Hilfe der Zähler SZ und ZZ erfaßt und einmalig abgespeichert. Dadurch steht für jede Zeile ein zugeordneter Sollwert für den Spaltenzähler zur Verfügung. Im Einsatz wird in jedem Bild ein Vergleich der aktuellen Lichtfleckposition im Spaltenzähler mit der zugehörigen Sollposition Zeile für Zeile durchgeführt. Beim Überschreiten der vorgegebenen Toleranzgrenzen (= Hindernis) wird ein Alarm ausgelöst. Diese Art der Signalverarbeitung im Echtzeitbetrieb ist mit einfachsten Mitteln an Hard- und Software möglich; die sonst in der klassischen Bildverarbeitung übliche Merkmalsextraktion geschieht hier bereits durch die Art der Bildaufnahme.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz eines Fahrzeugs gegen Kollisionen, wobei der Fahrweg des Fahrzeugs vor diesem beleuchtet wird und das reflektierte Licht zur Erzeugung von Steuerbefehlen detektiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Fahrweg durch einen auf den Boden vor dem Fahrzeug in einer sich im wesentlichen quer zur Fahrrichtung erstreckenden Auftrefflinie auftreffenden Lichtvorhang detektiert wird.
2. Kollisionsgeschütztes, insbesondere fahrerloses Fahrzeug mit einer Kollisionsschutzeinrichtung mit einer Lichtquelle, dessen Licht zumindestens nach Austritt aus dem Fahrzeug schräg zum Boden hin gerichtet ist, mit einem Empfänger für vom Boden reflektiertes Licht und einer diesem nachgeordneten Auswerteeinheit, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtquelle (12) ein Laser ist, daß eine vollzylindrische Linse (13) exzentrisch zu dem Laserstrahl bzw. den Laserstrahlen im Laserlicht (4) angeordnet ist, die das Licht derart auf den Boden wirft, daß es auf diesem in einer Auftrefflinie auftrifft und daß der Empfänger eine den Auftrefflinienbereich des Laserlichts (4) auf dem Boden (9) überwachende Kamera (8) ist.
3. Fahrzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der oder die Laser (12) unter einem

Winkel ungleich 90 Grad zur Symmetrieachse der Linse (13) ausgerichtet sind.

4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein Laser auf jeder Seite einer Diagonalebene der vollzylindrischen Linse (13) angeordnet ist.

5. Fahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laser symmetrisch zur Diagonalebene der Linse (13) angeordnet sind.

6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 4 oder 5 und nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laser (12) unter dem gleichen Winkel zur Symmetrieachse der Linse (13) ausgerichtet sind.

7. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laser eine Laserdioden (12) ist.

8. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Laser (12) und vollzylindrischer Linse (13) eine Fokussierlinse (16) angeordnet ist.

9. Fahrzeug nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fokussierlinse (16) eine Zylindersammellinse ist.

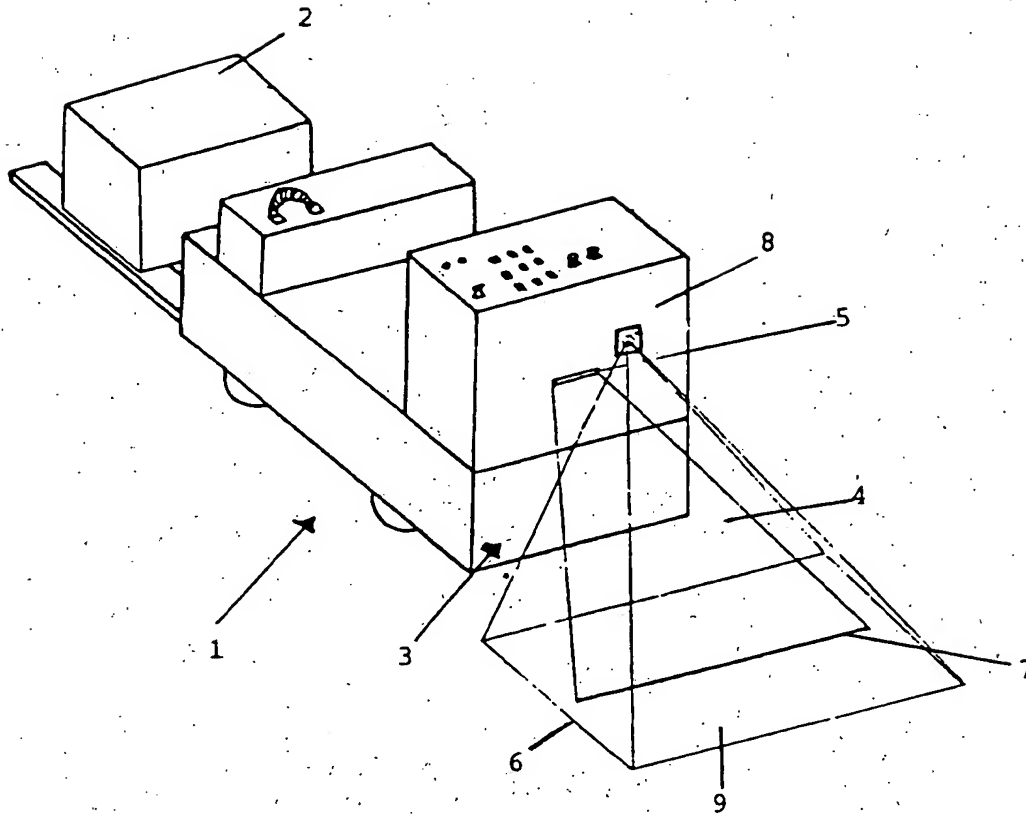
10. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die vollzylindrische Linse ein Hohlrohr ist.

11. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß Laser (12) und die Kameraempfangsbereitschaft synchron getaktet sind.

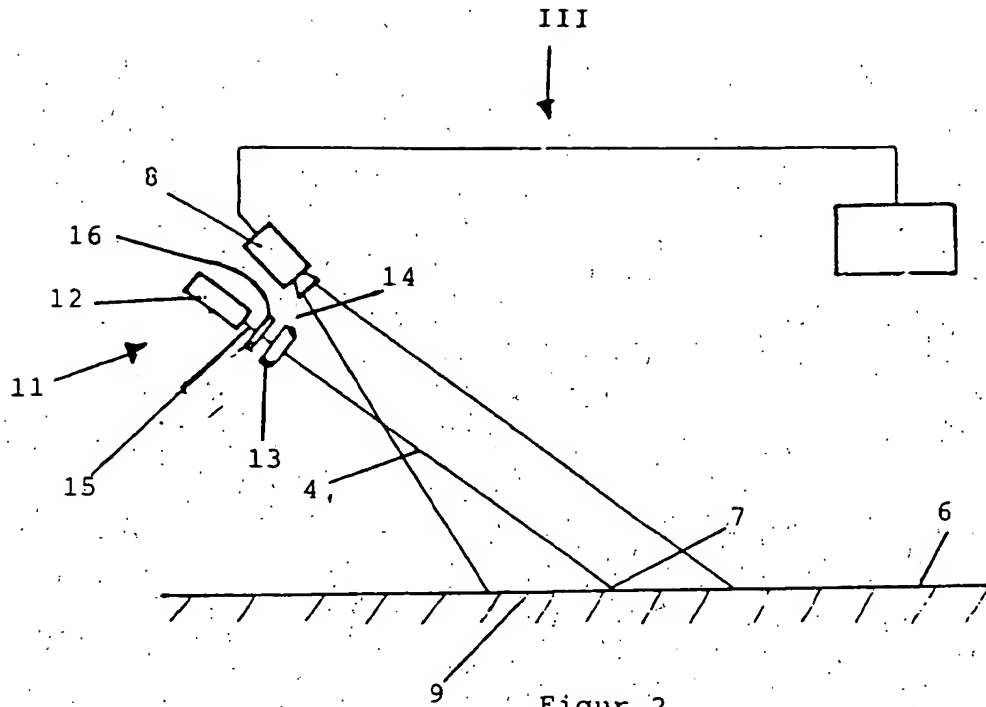
12. Fahrzeug nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor der Kamera (8) ein elektrooptischer Schalter zum Takten der Kameraempfangsbereitschaft angeordnet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

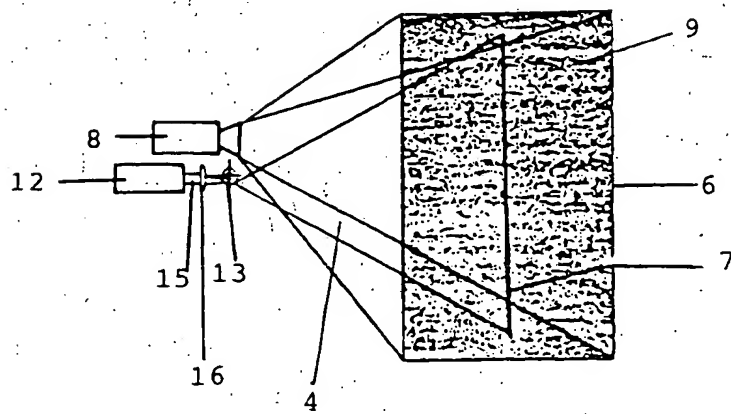
— Leerseite —



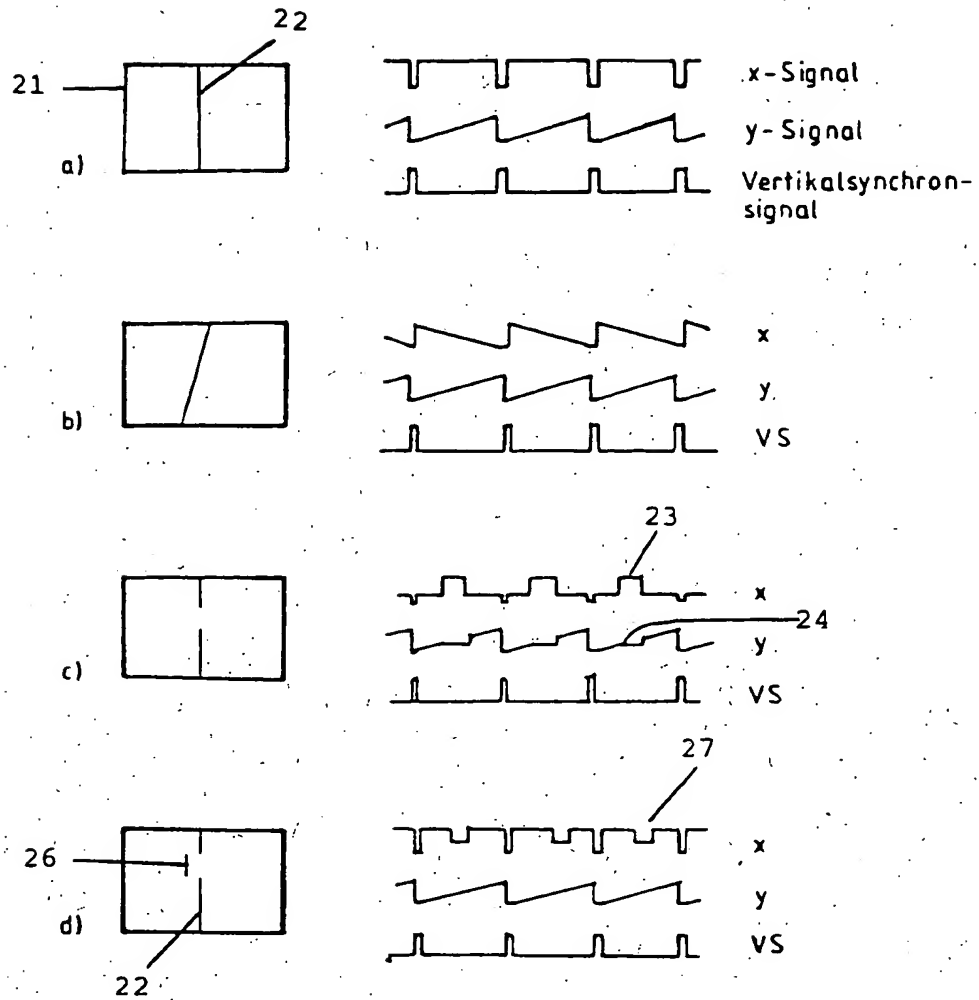
Figur 1



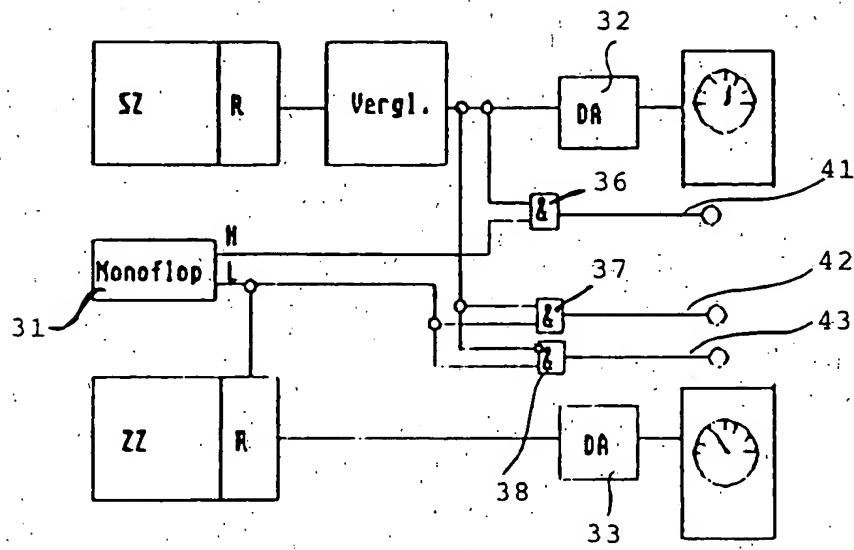
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5